

**Дослідження та методи аналізу**

Чегодаївська було проведено експериментальні дослідження: в інтервалі залягання турнейських відкладів на глибині 1361-1461 м проводився суцільний відбір керна за зенітного кута 90-87° завдяки використанню керноприймального пристрою ПКГ-172/100, що містить на корпусі плаваючий центратор. Після проведення робіт з відбору керна в повному обсязі (100,0 м) було проведено геофізичні дослідження, які засвідчили: в інтервалі 1361-1430 м не спостерігалось падіння зенітного кута свердловини, а в інтервалі 1430-1461 м падіння кута склало 3°. Це пояснюється тим, що на останніх 30 метрах відбору керна зношування плаваючого центратора склало 5 мм, і тому останній повною мірою не виконував своєї функції.

Одержана методика розрахунку різних варіантів компоновок дає змогу складати

алгоритм і оперативно розв'язувати нелінійні системи високого порядку, що уможливорює визначення місця встановлення центратора на корпусі ПКГ, попередження виникнення поперечної складової реакції вибою, і звести до мінімуму падіння зенітного кута свердловини.

**Література**

- 1 Султанов Б.З., Ишемгузин Н.Х., Сорокин В.Н. Работа буровой колонны в скважине. – М.: Недра, 1973. – 216 с.
- 2 Лев О.М., Мрозек Р.С. Визначення місця встановлення центратора при бурінні горизонтальних свердловин з відбором керна // Науковий вісник Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу. – 2003. – № 1(5). – С.18-21.

УДК 539.375:539.376

## **УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДІВ ОЦІНКИ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ЕКСПЛУАТУВАННЯ НАФТОГАЗОВОГО УСТАТКОВАННЯ**

**О.М.Карпаш, Н.Л.Тацакович**

ІФНТУНГ, 76019, Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15, тел. (03422) 504708,  
e-mail: [nasariy@nntu.edu.ua](mailto:nasariy@nntu.edu.ua)

*Приведено описание основного подхода в определении остаточного ресурса металлоконструкций и главные задания анализа технологической безопасности. Обосновано разработку комплексного метода анализа безопасности, который предусматривает кроме оценки фактического технического состояния еще и учет риска эксплуатации объекта.*

*The description of main approach in remaining life definition and main tasks of technological safety analysis are given. The development of complex method of safety analysis is grounded. This method takes into account except actual technical state evaluation also operational risk of the object.*

Стан безпеки виробничої діяльності у будь-якій сучасній державі є одним з найбільш достовірних показників рівня її економічного і соціального розвитку. Це пояснюється тим, що науково-технічний прогрес супроводжується не тільки підвищенням ефективності промислового виробництва, але й ускладненням умов гарантування безпечної виробничої діяльності. З іншої сторони, розвиток громадської свідомості відбувається у напрямку підвищення вимог до безпеки життєдіяльності. На вирішення цієї проблеми провідні держави спрямовують свій науково-технічний та інтелектуальний потенціал [1].

Особливе значення в сучасних умовах надається технологічній безпеці – захищеності життєво важливих інтересів особистості і суспільства від аварій на потенційно небезпечних виробничих об'єктах і їх наслідків. Основною метою управління промисловою безпекою є забезпечення такого її рівня на промислових об'єктах, щоб ризик виникнення аварій і випадків травматизму був б мінімальним і відповідав б сформованому на конкретному етапі

науково-технічного прогресу рівню розвитку техніки і технології [2].

Як це не прикро, але необхідно усвідомлювати той факт, що руйнування або відмови практично завжди завершують функціонування будь-якої технічної системи [3]. Особливу актуальність проблема технологічної безпеки має для підприємств нафтогазового комплексу, зокрема, гостро постає питання безпеки при експлуатації бурового устаткування, нормативний термін експлуатування якого перевищує 10 років. Більша частина устаткування, що перебуває в експлуатації, виготовлена ще до 90-х років і на даний момент відпрацювала свій розрахунково-нормативний термін експлуатування і потребує масштабної заміни. Виходом з цієї складної ситуації є проведення аналізу промислової безпеки – головним завданням якого є визначення умов продовження безпечної експлуатації устаткування в межах розрахункового залишкового ресурсу.

В Україні ситуація з наглядом за безпекою устаткування характеризується наявністю тільки документів наказового типу, які жорстко регламентують порядок проведення обстежень

і не дають змоги оптимізувати затрати і науково обґрунтувати продовження ресурсу [4]. В останній час на заміну концепції техніки безпеки приходить концепція допустимого ризику, в основі якої лежить принцип «передбачати і випереджувати». Водночас спостерігається і певний прогрес, який пов'язаний з гармонізацією вимог українського законодавства з європейським. Так, прийнятий Закон про об'єкти підвищеної небезпеки, що є аналогом Директиви «Севезо» (щодо попередження великих промислових аварій) [5] і вимагає періодичне складання декларації безпеки. Проте технічне наповнення цих декларацій відсутнє. Навіть в уточнюючій методиці Міністерства праці та соціальної політики [6] не визначені методи оцінки, де, зокрема, відзначається, що «для визначення рівня ризику на всіх етапах його аналізу допускається застосування будь-яких відомих у науково-технічній, довідковій, нормативній і методичній літературі методів розрахунку й оцінок небезпек, наслідків і ризику». Впровадження нової бази нормативних документів дасть поштовх до науково-обґрунтованого удосконалення методів оцінки технологічної безпеки експлуатування устаткування в межах залишкового ресурсу з урахуванням концепції допустимого ризику.

Відповідно до усталеної практики визначення залишкового ресурсу металоконструкцій основними показниками при його розрахунку є фізико-механічні характеристики металу (границя міцності, границя текучості, ударна в'язкість). Вони, як правило, визначаються за допомогою методів і засобів неруйнівного контролю. Результати, отримані в процесі проведення неруйнівного контролю, дають змогу оцінити фактичний технічний стан металоконструкції шляхом порівняння фактичних значень параметрів технічного стану з критичними значеннями відповідних параметрів граничного стану, а, отже, і розрахувати безпечний термін експлуатування устаткування.

Проте, як свідчить статистика, відмови все-таки виникають, незважаючи на розрахований безпечний ресурс експлуатування, зокрема трубопроводів. За даними [7] причинами відмов газопроводів у частках від загальної кількості були: корозія зовнішньої поверхні труб – 36,7%, дефекти труб і заводського обладнання – 13,3%, брак будівельно-монтажних робіт – 10%, механічні пошкодження труб – 13,9%, стихійні лиха – 26,7%. Очевидно, що близько 63% аварійних ситуацій виникає з причин незадовільного технічного стану (це ще можна врахувати при розрахунку залишкового ресурсу), а от 37% небезпечних чинників виникнення аварій залишаються поза увагою при оцінюванні фактичного технічного стану за існуючими методиками. Тому приймати рішення про допустимість продовження терміну безпечного експлуатування тільки на основі аналізу зміни несівної здатності (міцності) конструкції не є достатнім. Таким чином, розроблення комплексної методики аналізу безпеки, що передбачає окрім оцінювання фактичного технічного стану, ще й вра-

хування ризику експлуатування об'єкта дасть змогу створити новий підхід у розрахунку залишкового ресурсу. Такий підхід ґрунтуватиметься на поєднанні існуючих методів оцінки фактичного технічного стану, які, в свою чергу, потребують доповнення, і методів аналізу ризику (рисунк 1). Так, в існуючих нормативних документах на деякі види нафтогазового устаткування, зокрема НКТ, не регламентований порядок оцінювання технічного стану, а саме періодичність, об'єм робіт з обстеження, перелік методів та технічних засобів, вимоги до кваліфікації персоналу, бракувальні критерії прийнятності рівня технічного стану устаткування. Щодо методів ризик-аналізу, то на стадії експлуатування нафтогазового устаткування за аналогією з [8] доцільно використовувати такі:

- дослідження небезпеки і пов'язаних з нею проблем (HAZOP-метод).

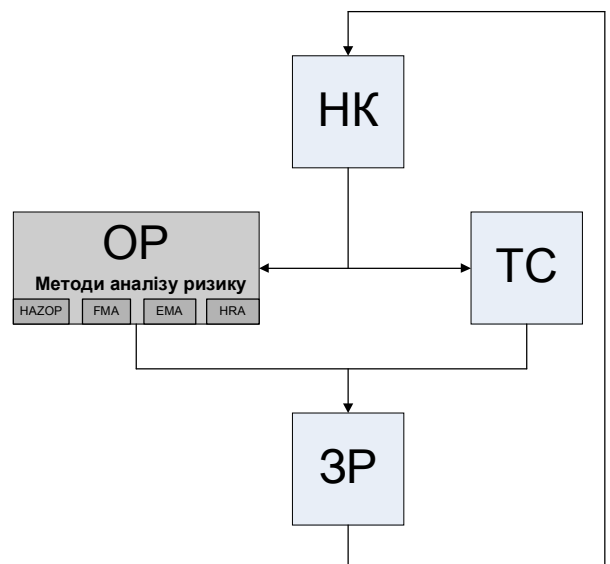
- аналіз видів і наслідків відмов (FMEA-метод).

- аналіз всіх можливих наслідків відмов і аварій системи (FTA-метод або метод «дерева відмов»).

- аналіз можливих наслідків події (ETA-метод або метод «дерева подій»).

оцінювання впливу на надійність людського фактору (HRA-метод).

Проведення ризик-аналізу дасть змогу врахувати такі чинники, зокрема, як помилкові дії персоналу, зовнішні впливи природного і техногенного характеру, що не беруться до уваги в існуючих методиках, але які, як свідчать статистичні дані, не рідко стають причиною виникнення аварій в межах розрахованого безпечного терміну експлуатації устаткування.



**НК** – неруйнівний контроль;

**ТС** – визначення технічного стану;

**ОР** – оцінка ризику;

**ЗР** – розрахунок залишкового ресурсу

**Рисунок 1 – Основні стадії розрахунку залишкового ресурсу**

Отже, ризиком називають ступінь ймовірності певної негативної події, яка може відбутися в певний час або за певних обставин [6]. Суть концепції аналізу ризику полягає у побудові множини всіх без винятку (які не суперечать законам фізики) сценаріїв виникнення і розвитку аварій устаткування з подальшим оцінюванням частоти реалізації кожного із сценаріїв і визначення масштабів наслідків розвитку аварії [9].

Розрахунок і аналіз ризику є тим методичним інструментом, за допомогою якого потенційна небезпека може бути оцінена кількісно. У більшості випадків цей інструмент є по суті єдиною можливістю дослідити складні сучасні питання безпеки, відповіді на які не можна отримати з практичного досвіду, як, наприклад, виникнення і розвиток аварій з досить малою ймовірністю реалізації, проте з великими потенційними наслідками.

В залежності від стадії життєвого циклу устаткування аналіз ризику має на меті, зокрема [8]:

**а) на стадії проектування:**

виявлення основних джерел ризику і ймовірних чинників, що значно впливають на рівень ризику;

надання вихідних даних для оцінювання конструкції в цілому;

визначення і оцінювання можливих заходів безпеки, що закладаються у конструкцію;

забезпечення відповідною інформацією при проведенні дослідно-конструкторських робіт, що орієнтовані на нормальні і надзвичайні умови;

оцінювання альтернативних конструктивних рішень.

**б) на стадії виготовлення, експлуатування і технічного обслуговування:**

контроль і оцінювання даних щодо експлуатування з метою співставлення фактичних показників роботи з відповідними вимогами;

забезпечення вихідними даними процесу розроблення методик експлуатування, технічного обслуговування/контролю і дій у надзвичайних ситуаціях;

коректування інформації про основні джерела ризику і чинників, які на нього впливають;

надання інформації щодо рівня ризику для прийняття оперативних рішень;

визначення впливу змін у процедурах експлуатації і компонентах системи.

**в) на стадії виведення з експлуатації:**

оцінка ризику, пов'язаного з закінченням функціонування устаткування, і забезпечення можливості виконання відповідних вимог;

забезпечення вихідними даними процесу закінчення функціонування устаткування і його демонтування.

Таким чином, враховуючи наведені обставини, пов'язані із необхідністю забезпечення технологічної безпеки, необхідно удосконалити існуючі методи розрахунку залишкового ресурсу устаткування шляхом врахування концепції допустимого ризику. Новий підхід буде полягати у визначенні залишкового ресурсу на основі

результатів оцінки технічного стану і ризик-аналізу (прийнятного рівня ризику).

**Література**

1 Аванесов В.С., Александров А.Б., Балаба В.И. и др., Под ред. Дадонова В.А., Кершенбаума В.Я. Аварии и несчастные случаи в нефтяной и газовой промышленности России. – М.: АНО «Технонефтегаз», 2001. – 214 с.

2 Придвижкин В.А., Бабин С.Г., Гарин Ю.Р. Экспертиза промышленной безопасности технических устройств буровых установок / Под ред. А.И.Владимирова, В.Я.Кершенбаума: Учебное пособие. – М.: Национальный институт нефти и газа. – 2005. – 80 с.

3 Коллинз Дж. Повреждение материалов в конструкциях. Анализ, предсказание, предотвращение / Пер. с англ. – М.: Мир, 1984. – 624 с.

4 Ориняк В.І., Бородій М.В., Батура А.С. Наукові і організаційні засади впровадження ризик-аналізу в практику управління цілісністю магістральних трубопроводів // Проблеми ресурсу і безпеки експлуатації конструкцій, споруд та машин: Збірник наукових статей за результатами, отриманими в 2004-2006 рр. – Київ: ІЕЗ ім. Є.О.Патона НАН України. – 2006. – С. 11-15.

5 Директива № 82/501/ЕС “Про попередження великих промислових аварій” (Директива Севезо).

6 Методика визначення ризиків та їх прийнятих рівнів для декларування безпеки об'єктів підвищеної небезпеки: Наказ №637 Міністерства праці та соціальної політики від 4 грудня 2002. – Київ: Основа, 2003. – 192 с.

7 Системная надежность трубопроводного транспорта углеводородов / В.Д.Черняев, К.В.Черняев, В.Л. Березин и др.; Под ред. В.Д.Черняева. – М.: ОАО «Издательство «Недра», 1997. – 517 с.

8 ГОСТ Р 51901-2002. Управление надежностью. Анализ риска технологических систем.

9 Маганов Р.У. Декларирование безопасности практической деятельности: методы и практические рекомендации. – М., 1999.